Trilce
ACADEMIA

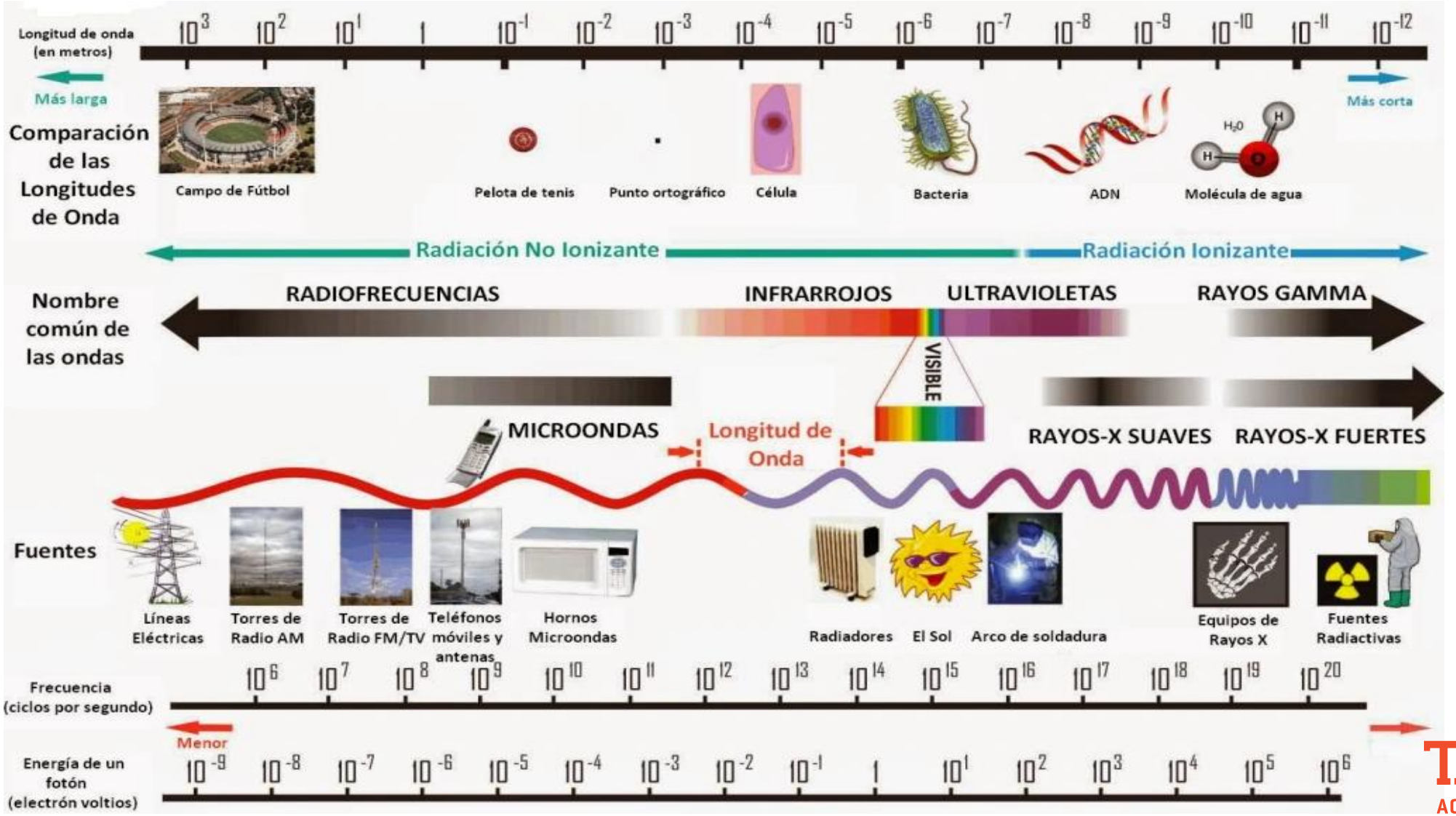
Curso:
Física

Tema:
Introd. a la Física Moderna

Ciclo:
Intensivo SM

ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

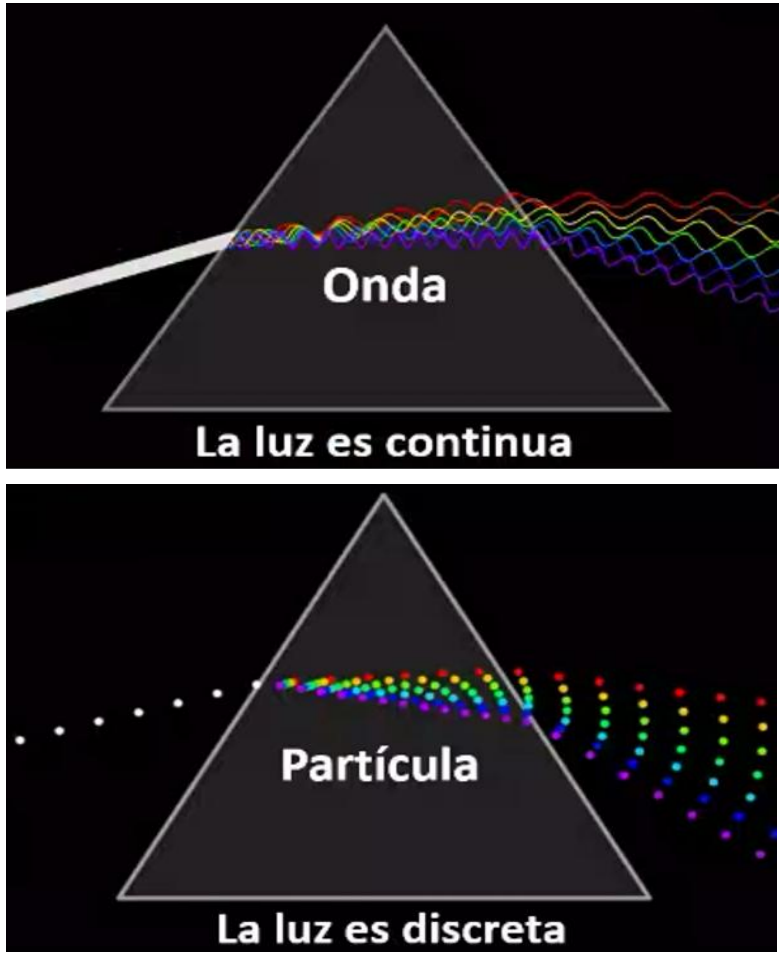
Se denomina espectro electromagnético a la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas.



Trilce ACADEMIA

DUALIDAD ONDA-PARTÍCULA

Es un fenómeno cuántico, bien comprobado empíricamente, por el cual muchas partículas pueden exhibir comportamientos típicos de ondas en unos experimentos mientras aparecen como partículas compactas y localizadas en otros experimentos



ENERGÍA DE UN FOTÓN

$$E_{foton} = h.f$$

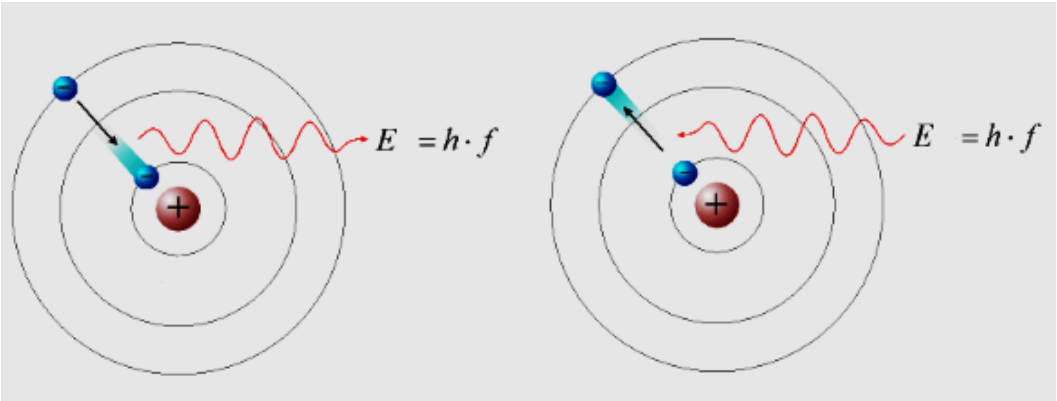
$$E_{foton} = \frac{h.c}{\lambda}$$

$h = 6{,}63 \times 10^{-34}\ J.s\ (Constante\ de\ Planck)$

Los paquetes de energía $\boldsymbol{h.f}$ *se denominan* ***cuantos***.

$$E = n.h.f$$

$n = 1, 2, 3, \ldots\ldots\ (número\ cuántico\ principal)$



Trilce ACADEMIA

Ejemplo 01

Una línea de emisión espectral, importante en radioastronomía, tiene una longitud de onda de 21 cm. ¿A qué energía de fotón corresponde esta onda?

a) 5,9 μeV b) 4,5 c) 8,5
d) 4,9 e) 3,8

Solución

De la ecuación de Planck:

$$E_{foton} = \frac{h.c}{\lambda}$$

Constante de Planck:

$$h = 6{,}63 \times 10^{-34}\ J.s = 4{,}14 \times 10^{-15}\ eV.s$$

$$E_{foton} = \frac{4{,}14 \times 10^{-15}.3 \times 10^{8}}{21 \times 10^{-2}}$$

$$E_{foton} = 5{,}9 \times 10^{-6}\ eV$$

$$\therefore\ E_{foton} = 5{,}9\ \mu eV$$

Ejemplo 02

Imagínese una fuente ideal que emite 100 W de luz verde con una longitud de onda de $5 \cdot 10^{-7}$ metros. ¿Cuántos fotones por segundo están saliendo de la fuente?

a) $7{,}9 \cdot 10^{20}$ b) $6{,}1 \cdot 10^{20}$ c) $2{,}5 \cdot 10^{20}$
d) $5{,}8 \cdot 10^{20}$ e) $4{,}9 \cdot 10^{20}$

Solución

De la ecuación de la potencia :

$$P = \frac{E}{t} \qquad E = P.t$$

La energía de n fotones viene dado por:

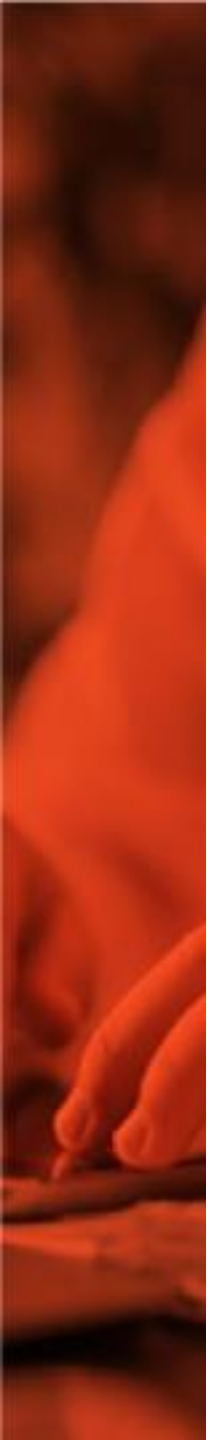
$$E = n\frac{h.c}{\lambda} = P.t$$

Despejando n/t:

$$\frac{n}{t} = \frac{P.\lambda}{h.c}$$

$$\frac{n}{t} = \frac{100.5 \times 10^{-7}}{6{,}63 \times 10^{-34}.3 \times 10^{8}}$$

$$\therefore \frac{n}{t} = 2{,}5 \times 10^{20}$$



Ejemplo 03

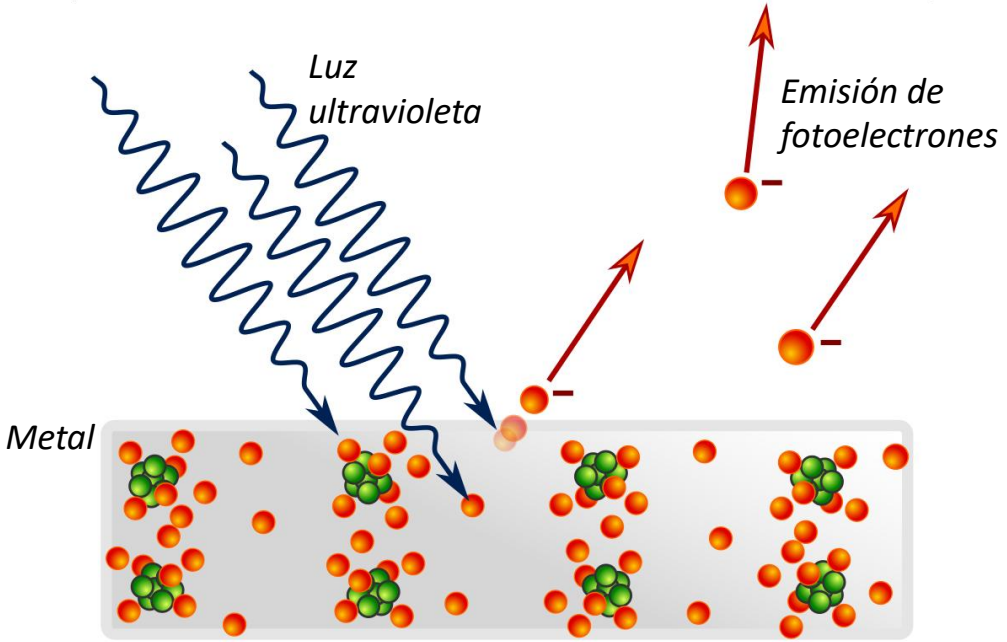
Una lámpara de fisioterapia muscular trabaja a la potencia de 200W. Si esta lámpara emite principalmente fotones en la zona del infrarrojo de $f=10^{13}Hz$, determine (en 10^{24}) el número de fotones emitidos en 120s.

a) 1,48 b) 2,42 c) 2,80
d) 3,02 e) 3,62

Solución

EFECTO FOTOELÉCTRICO

Consiste en la emisión de electrones de la superficie de un material cuando se hace incidir sobre él radiación luz ultravioleta.

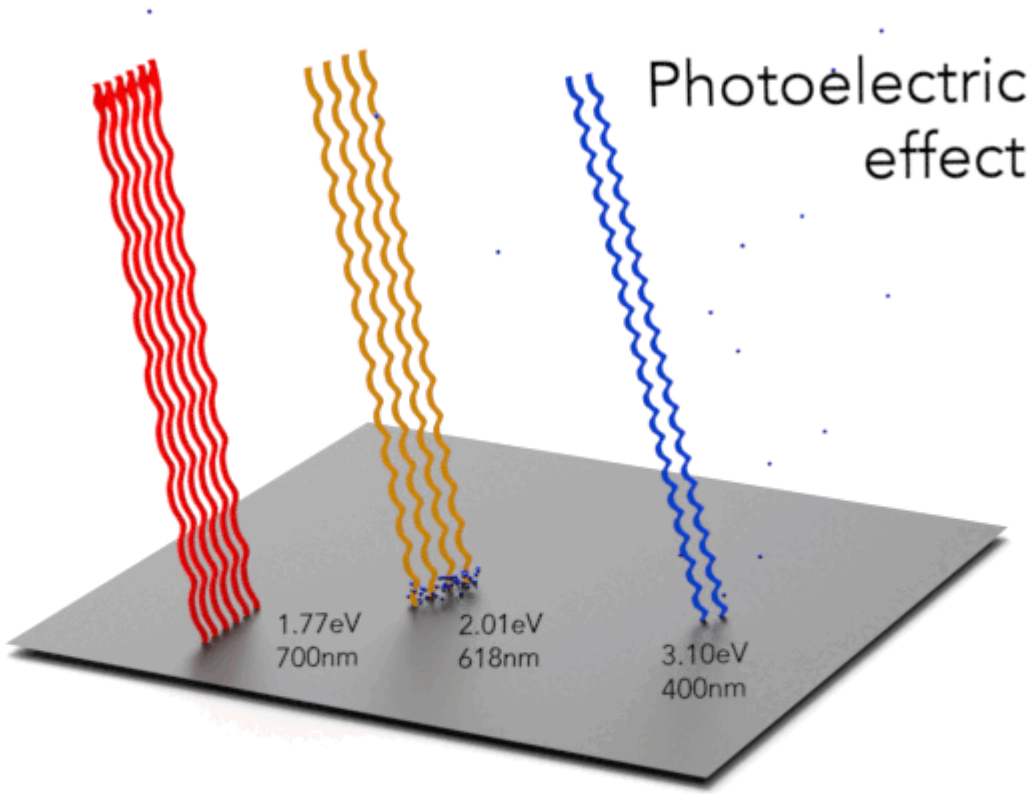


$$E = \phi + Ec_{max}$$

E: $Energia\ de\ un\ foton\ (J)$

ϕ: $Funcion\ trabajo\ del\ metal\ (J)$

Ec_{max}: $Energia\ cinetica\ maxima\ de\ los\ fotoelectrones\ (J)$



Potassium - 2eV needed to eject electron

Trilce ACADEMIA

EFECTO FOTOELÉCTRICO

Función trabajo (Ø)

$$\emptyset = h.f_0 = \frac{h.c}{\lambda_0}$$

f_0: *Frecuencia umbral*

λ_0: *Longitud de onda umbral*

Elemento	Función trabajo (eV)
Aluminio	4.3
Carbono	5.0
Cobre	4.7
Oro	5.1
Níquel	5.1
Silicio	4.8
Plata	4.3
Sodio	2.7

Potencial o voltaje de frenado

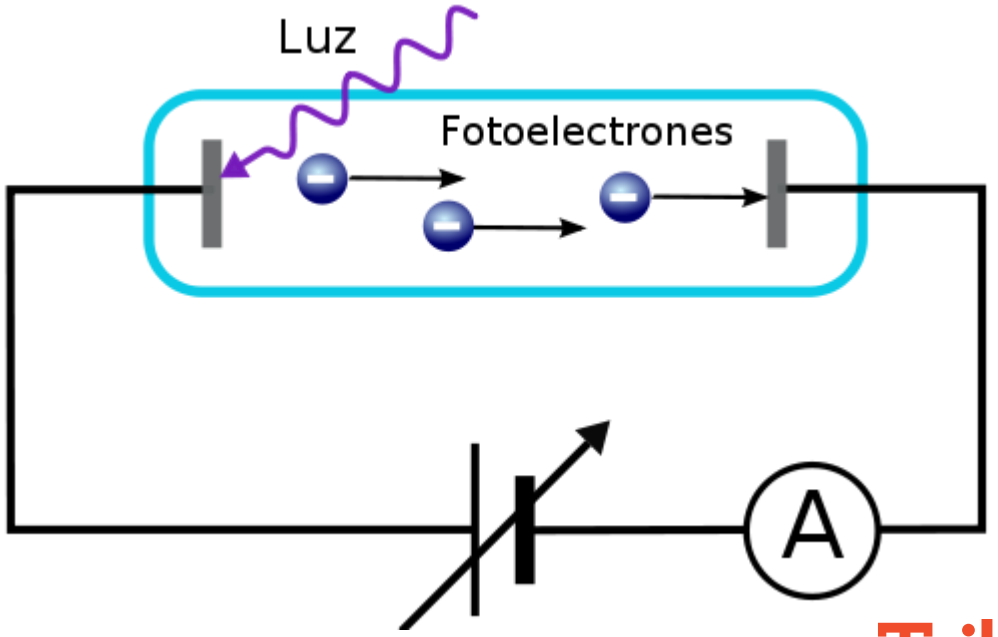
$$Ec_{max} = e.V_f$$

Electrón Volt (eV)

$$1eV = 1{,}6 \times 10^{-19}\ J$$

Constante de Planck

$$h = 6{,}63 \times 10^{-34}\ J.s = 4{,}14 \times 10^{-15}\ eV.s$$



Trilce ACADEMIA

Ejemplo 04

Cuando un material se ilumina con luz de 3000 Å, la máxima energía cinética de los fotoelectrones emitidos es 1,2 eV. Hallar la función trabajo del material.

a) 1,6 eV b) 2,4 c) 2,9
d) 3,7 e) 6,8

Solución

Ecuación del efecto fotoeléctrico:

$$E = \phi + Ec_{max}$$

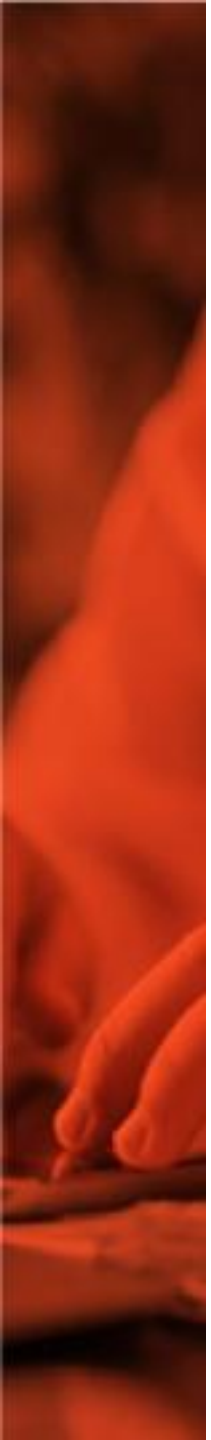
$$\frac{h.c}{\lambda} = \phi + Ec_{max}$$

$$1\text{Å} = 10^{-10}\, m$$

Reemplazando:

$$\frac{4{,}14 \times 10^{-15}.3 \times 10^{8}}{3000 \times 10^{-10}} = \phi + 1{,}2$$

$$\therefore\ \phi = 2{,}9\ eV$$



Ejemplo 05

Cuando una luz monocromática de 300 nm de longitud de onda incide sobre una muestra de litio, los electrones emitidos tienen una energía cinética máxima de 1,65 eV. Calcule la energía cinética máxima de los electrones emitidos, cuando la longitud de onda de los fotones es de 400 nm.

Solución

Calculemos la función trabajo del metal a partir de la energía inicial:

$$E = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

$$E = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^{8}}{300 \cdot 10^{-9}} = 6,63 \cdot 10^{-19}\,J$$

$$\emptyset = E - Ec_{max}$$

$$\emptyset = 6,63 \cdot 10^{-19}\,J - 1,65eV\left(\frac{1,6 \cdot 10^{-19}\,J}{1eV}\right) = 3,99 \cdot 10^{-19}\,J$$

La nueva energía cinética:

$$Ec_{max} = E - \emptyset$$

$$Ec_{max} = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^{8}}{400 \cdot 10^{-9}} - 3,99 \cdot 10^{-19}$$

$$\therefore Ec_{max} = 9,80 \cdot 10^{-20}\,J$$

Ejemplo 06

La función trabajo de cierto material es 2 eV. Calcule aproximadamente con qué longitud de onda máxima (en nm) debe incidir una onda electromagnética sobre el material para que se produzca el efecto fotoeléctrico.

($h=4{,}14\times10^{-15}$ eV.s ; $c=3\times10^{8}$ m/s)

A) 102
B) 416
C) 621
D) 782
E) 916

Solución

$$\phi = \frac{hc}{\lambda máx}$$

$$\Rightarrow \lambda máx = \frac{hc}{\phi}$$

$$\lambda máx = \frac{4.14\times10^{-15}\times3\times10^{8}}{2}$$

$$\lambda máx = 6{,}21\times10^{-7}\text{m}$$

$$\therefore \lambda máx = 621\text{ nm}$$

Ejemplo 07

Cuando se ilumina una superficie con luz de 4500 Å, se encuentra que el potencial de frenado para los fotoelectrones emitidos es de 0,75V. ¿Cuál será el potencial de frenado para los fotoelectrones, si la luz incidente tiene 3000 Å de longitud de onda?

a) 1,23 eV b) 3,76 c) 5,89
d) 3,92 e) 2,13

Solución

Ecuación del efecto fotoeléctrico:

$$E = \phi + Ec_{max}$$

$$\frac{h.c}{\lambda} = \phi + e.V_f$$

Caso 1:

$$\frac{4{,}14 \times 10^{-15}.3 \times 10^{8}}{4500 \times 10^{-10}} = \phi + 0{,}75$$

$$2{,}76 = \phi + 0{,}75$$

$$\phi = 2{,}01$$

Caso 2:

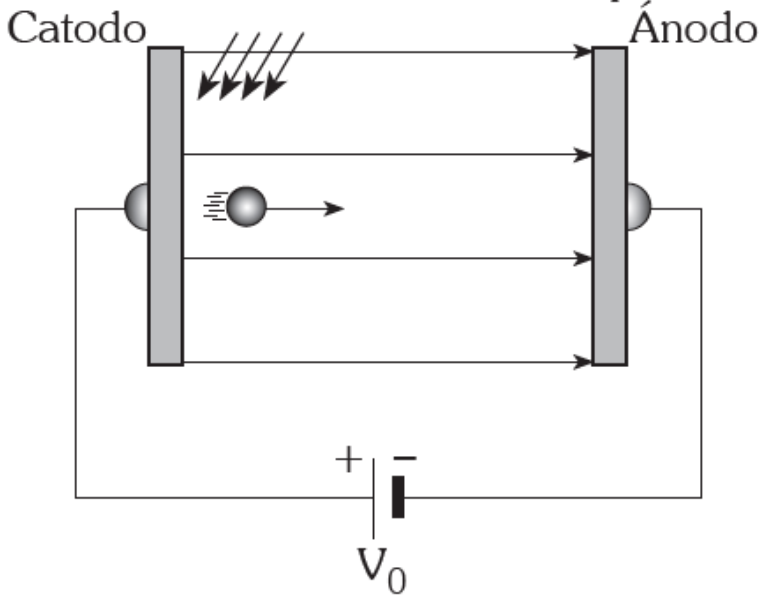
$$\frac{4{,}14 \times 10^{-15}.3 \times 10^{8}}{3000 \times 10^{-10}} = 2{,}01 + e.V_f$$

$$e.V_f = 2{,}13\ eV$$

$$\therefore\ V_f = 2{,}13\ V$$

Ejemplo 08

La energía de arranque para el potasio es de 2eV suponiendo que sobre el potasio incide luz de $\lambda = 3,31 \times 10^{-7}\,m$. Determine el voltaje mínimo para el frenado de los fotoelectrones más rápidos.

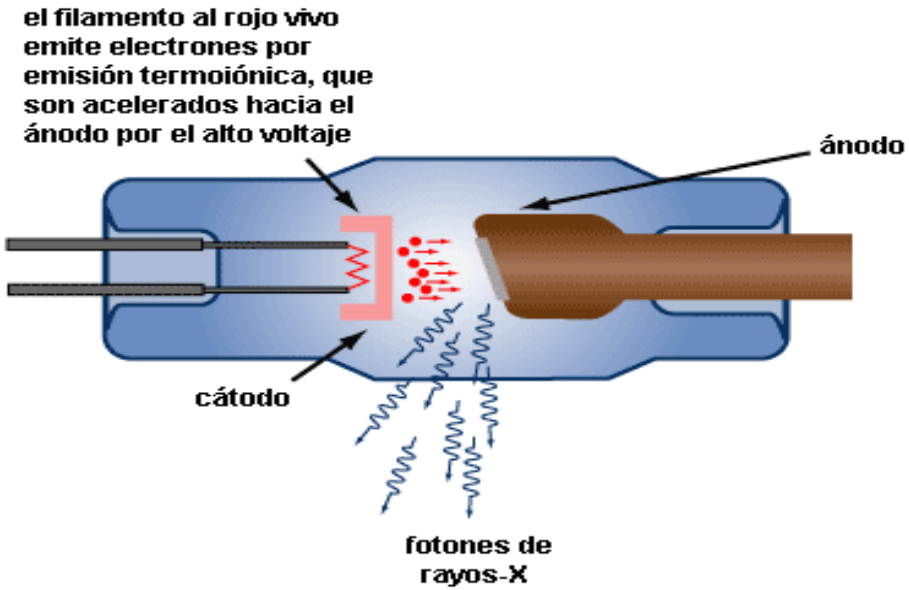


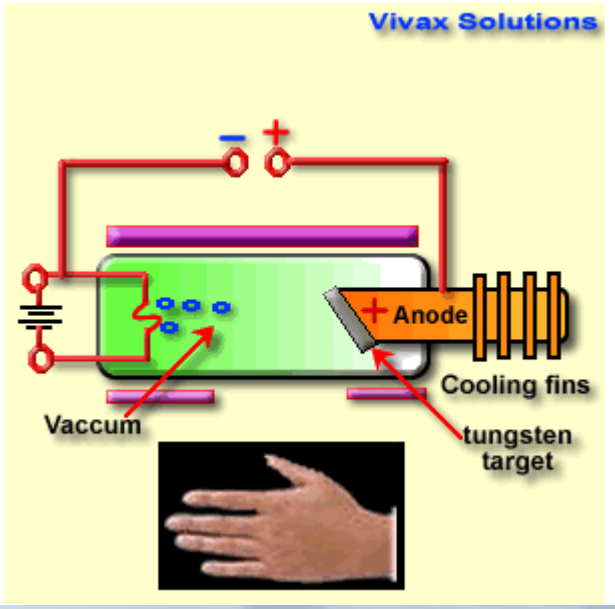
a) 1,6V b) 1,76 V c) 2,15V
d) 1,85 V e) 2,2 V

Solución

GENERACIÓN DE RAYOS X

La generación de rayos X se puede considerar como un fenómeno inverso al efecto fotoeléctrico. Se emiten electrones de un filamento incandescente, para luego acelerarlos a través de una diferencia de potencial y terminar impactando en un blanco metálico.



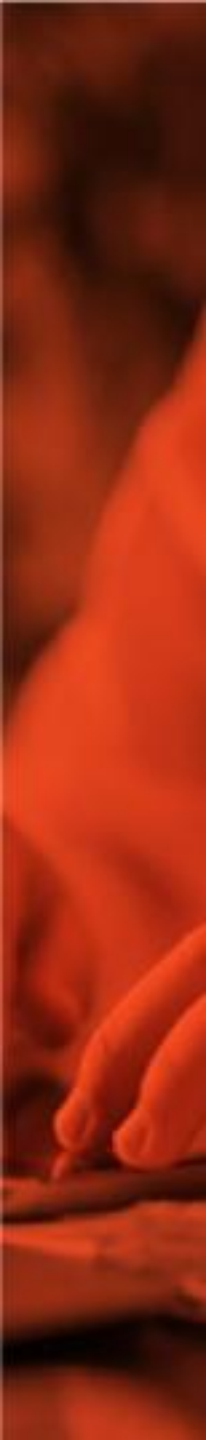


Para el fotón X más energético:

$$E_{c\,max} = e.V_a$$

$$e.V_a = h.f_{max} = \frac{h.c}{\lambda_{min}}$$

Trilce ACADEMIA



Ejemplo 09

Para producir rayos X, se aplica 10^5V entre dos electrodos en el interior de un tubo al vacío. Determine la rapidez de los electrones desprendidos (en 10^8 m/s)

a) 1,2 b) 1,8 c) 2,5
d) 3,6 e) 4,3

Solución

Ejemplo 10

Un electrón es acelerado en un tubo de rayos X con 50000 V de diferencia de potencial.

Si el 70% de la energía cinética del electrón se pierde en el choque con el anticátodo y el resto se transforma en rayos X; determine la longitud de onda de los rayos X generados. ($h = 4x10^{-15}$ eVs)

A) 8 Å B) 0,8 Å C) 80 Å D) 1,6 Å

Solución

Se pierde 70% de la energía cinética por tanto queda disponible 30% para la generación de rayos X

$$30\%E_c = E_{R-X}$$

$$E_{R-X} = \frac{hc}{\lambda_{R-X}}$$

$$\frac{30}{100}e(50000V) = \frac{(4x10^{-15}eV)(3x10^{8})}{\lambda_{R-X}}$$

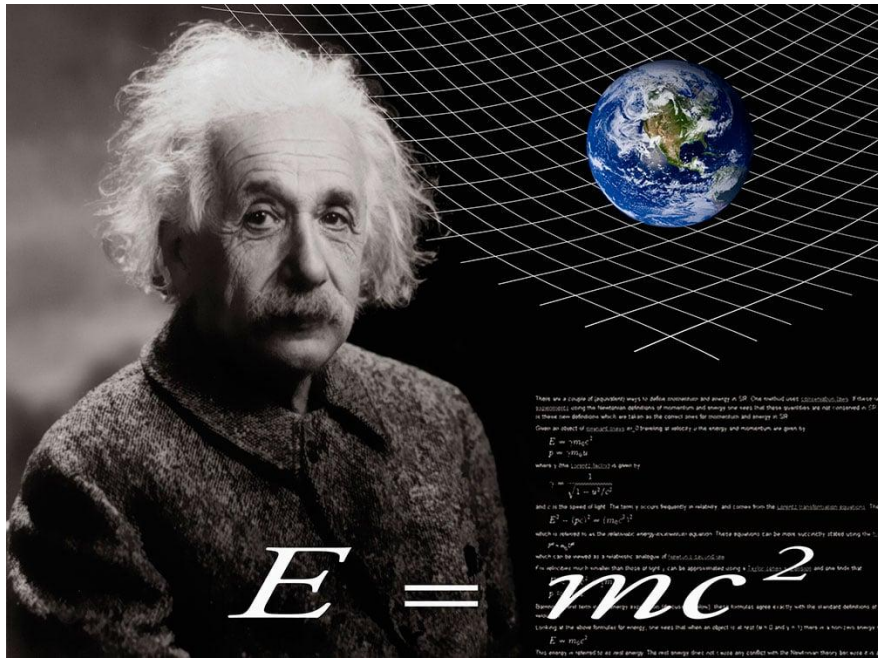
$$\lambda_{R-X} = 8x10^{-11}m$$

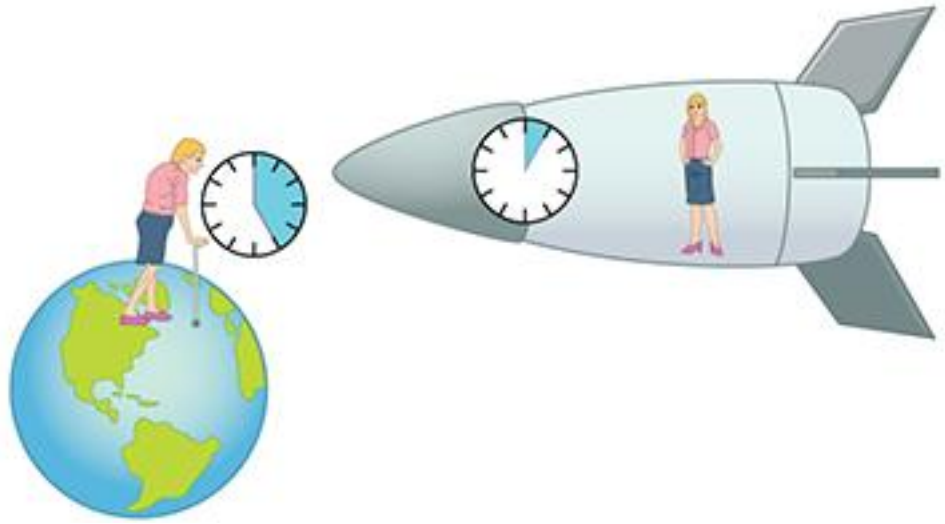
$$\therefore \ \lambda_{R-X} = 0,8\,\text{Å}$$

TEORIA ESPECIAL DE LA RELATIVIDAD

Inicialmente, a la teoría de Einstein se le conoció simplemente como teoría de la relatividad. Actualmente se distingue entre relatividad especial y general; la diferencia es que la primera no considera la interacción gravitacional. La teoría de la relatividad especial es uno de los desarrollos más importantes de la física. Explica cómo la velocidad afecta a la masa, el tiempo y el espacio:

- ✓ La masa de un objeto que se acerca a la velocidad de la luz es ilimitada, al igual que la energía necesaria para moverlo.
- ✓ Ningún objeto con masa puede moverse a la velocidad de la luz.





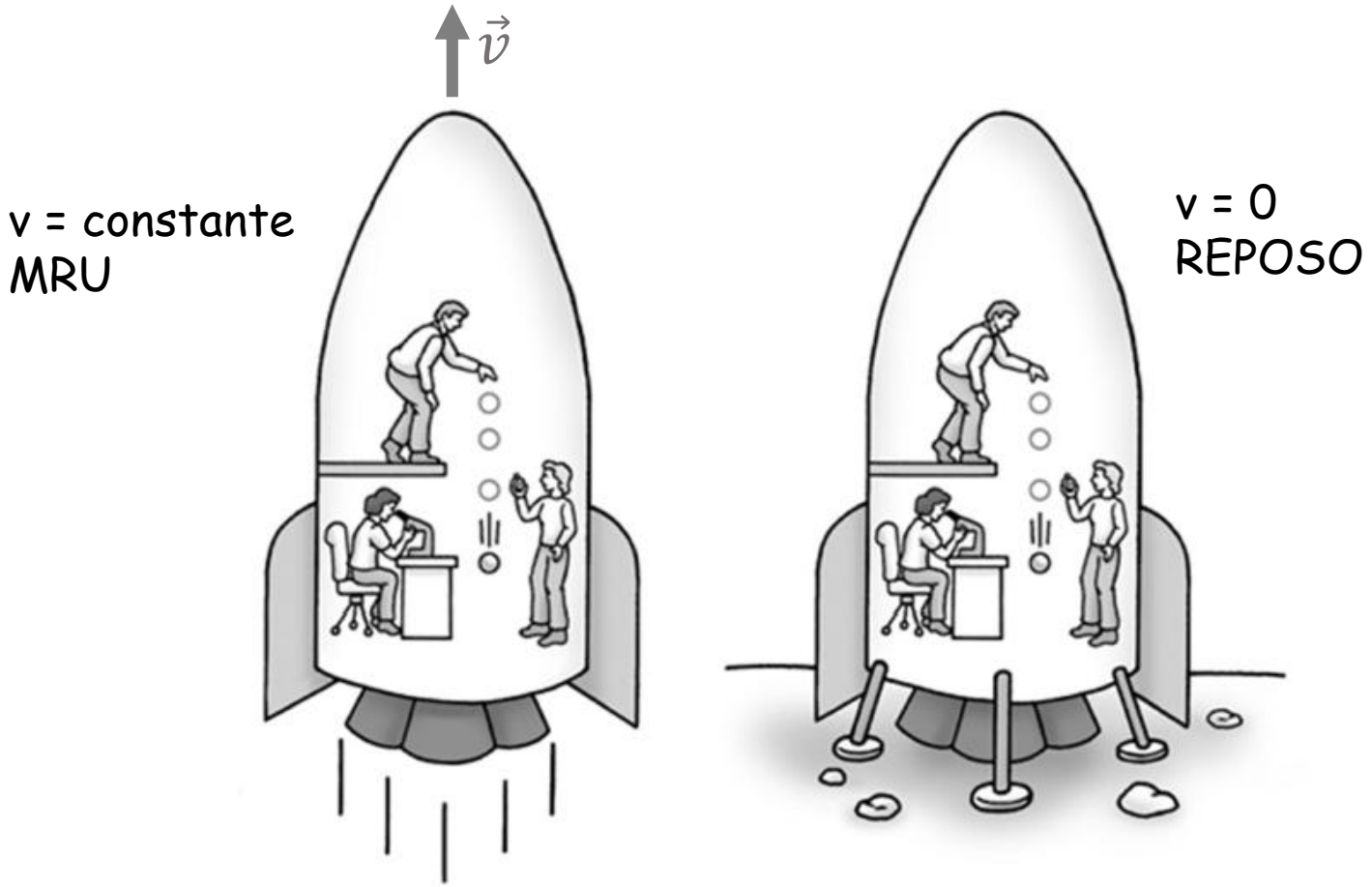
Trilce ACADEMIA

TEORIA ESPECIAL DE LA RELATIVIDAD

Primer Postulado

Las leyes de la Física son las mismas para todos los sistemas de referencia inerciales.

- ✓ No existe ningún sistema de referencia absoluto
- ✓ Ningún experimento físico puede distinguir el reposo del MRU



Trilce
ACADEMIA

TEORIA ESPECIAL DE LA RELATIVIDAD

Segundo Postulado

La rapidez de la luz en el vacío ($c = 3 \times 10^8$ m/s) tiene el mismo valor para cualquier observador, independiente de su movimiento o del movimiento de la fuente de luz.

- ✓ Dos observadores inerciales siempre medirán la misma rapidez c
- ✓ No existe rapidez infinita para la para transmisión de la información

Trilce ACADEMIA

TEORIA ESPECIAL DE LA RELATIVIDAD

Masa relativista

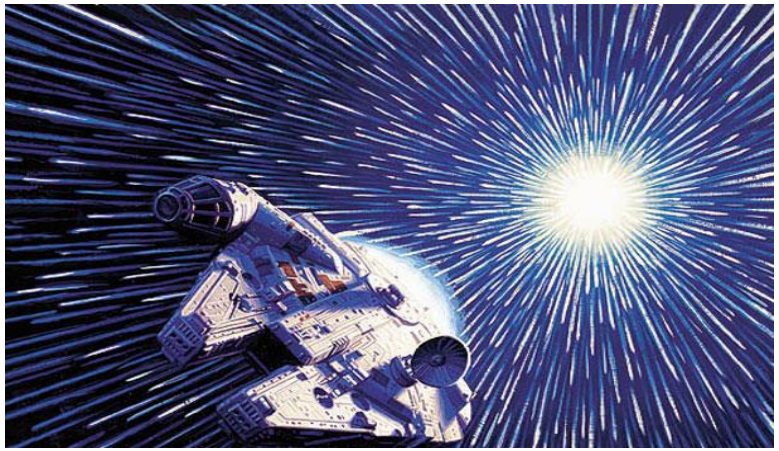
La masa de un cuerpo en movimiento aumenta con la velocidad según la ecuación:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$$

m_0: masa del cuerpo en reposo
V : rapidez el cuerpo

Nota

- ✓ Si la rapidez del cuerpo es v = 0 : m = m_0
- ✓ Si la rapidez es v = c : m = ∞ (infinito)



Energía total relativista

La energía de un cuerpo en movimiento aumenta con la velocidad según la ecuación:

$$E = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$$

m : masa relativista
v : rapidez del cuerpo

Energía cinética relativista

Cuando un cuerpo adquiere energía cinética su masa relativista es mayor que su masa en reposo.

$$E_C = (m - m_0)c^2$$

Trilce ACADEMIA

Ejemplo 11

En un centro de investigación nuclear se desea hacer pruebas con ciertas partículas elementales para lo cual necesitan que su masa aumente en un 25% de su masa en reposo. ¿Cuál debe ser la rapidez con que debe moverse esta partícula para generar este aumento en su masa?

A) 0,8c B) 0,3 c C) 0,6 c D) 0,4 c

Solución

La masa de la partícula en movimiento aumenta con la velocidad según:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

Donde m es 125% m_0:

$$125\%m_0 = \frac{m_0}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}} \quad \Rightarrow \quad \frac{5}{4} = \frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

$$\therefore v = 0{,}6\,c$$

Trilce ACADEMIA

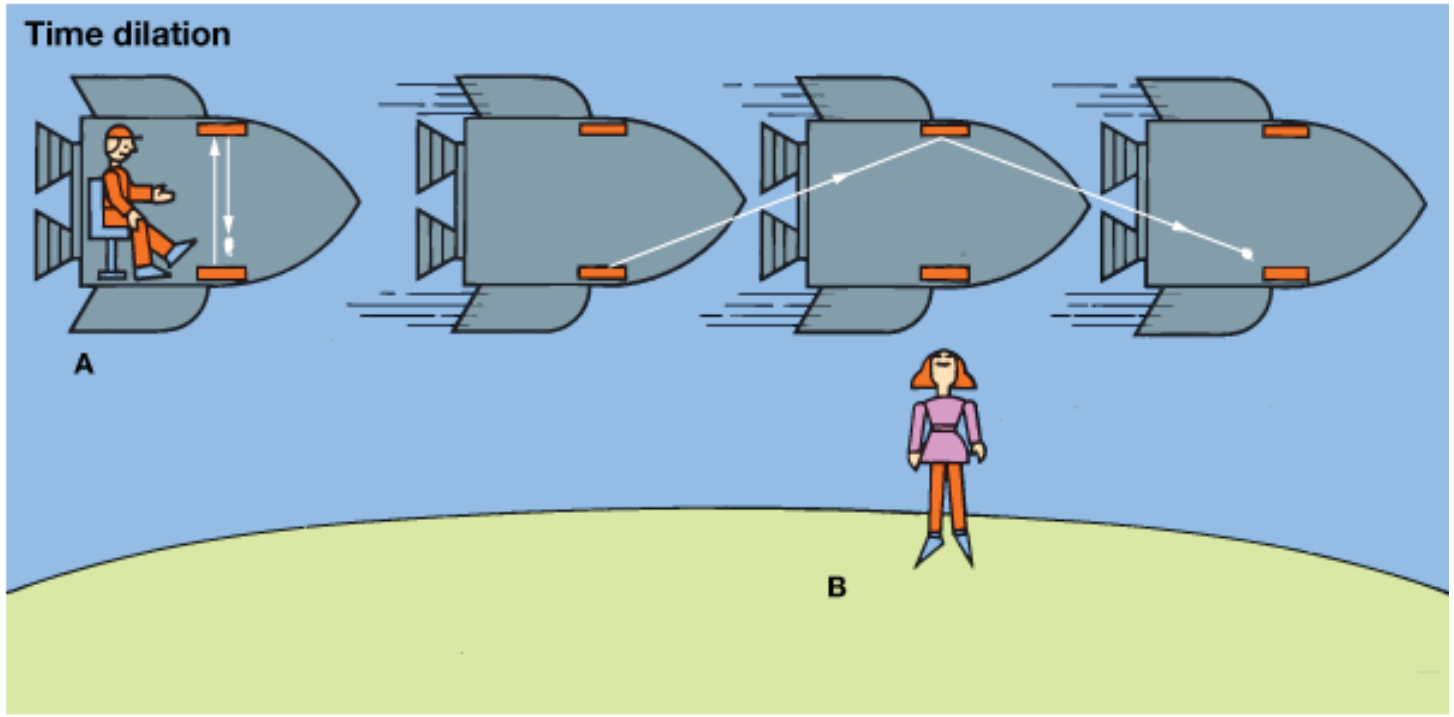
TEORIA ESPECIAL DE LA RELATIVIDAD

Dilatación del tiempo

El tiempo transcurre más lentamente en un sistema de referencia en movimiento que en un sistema de referencia en reposo relativo. En consecuencia, en el sistema de referencia en reposo relativo el tiempo se dilata.

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$$

t : intervalo de tiempo medido en el sistema de referencia en reposo relativo
t_0 : intervalo de tiempo medido en el sistema de referencia en movimiento
v : rapidez del sistema de referencia en movimiento con respecto al sistema de referencia en reposo relativo



Trilce ACADEMIA

Ejemplo 12

Alfa Centauri es la estrella más cercana del sistema solar, se encuentra a 4,4 años luz aproximadamente de distancia. Si desde la Tierra se lanza una nave con destino a Alfa Centauri con rapidez de 0,8 c respecto a la Tierra. ¿Cuantos años habrán pasado para los pasajeros dentro de la nave según su propio reloj al llegar a su destino?

A) 6,6 años B) 1,1 años C) 3,3 años D) 2,2 años

Solución

Calculando el tiempo que transcurre para una persona en la tierra.

$$t = \frac{d}{0{,}8c} = \frac{4{,}4c}{0{,}8c} = \frac{11}{2}\ años$$

El tiempo para las personas dentro de la nave es:

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}} \Rightarrow \frac{11}{2} = \frac{t_0}{\sqrt{1-\left(\frac{0{,}8c}{c}\right)^2}}$$

$$t_0 = \frac{11}{2} x \frac{6}{10} \Rightarrow \therefore t_0 = 3{,}3\ años$$

UN AÑO LUZ:
Equivale a la distancia que recorre la luz en un año (propagándose por el vacío).

UNA UNIDAD ASTRONOMICA (UA):
Es una unidad de longitud igual a 149.59 millones de km, que equivale aproximadamente a la distancia media entre la Tierra y el Sol.

Trilce ACADEMIA

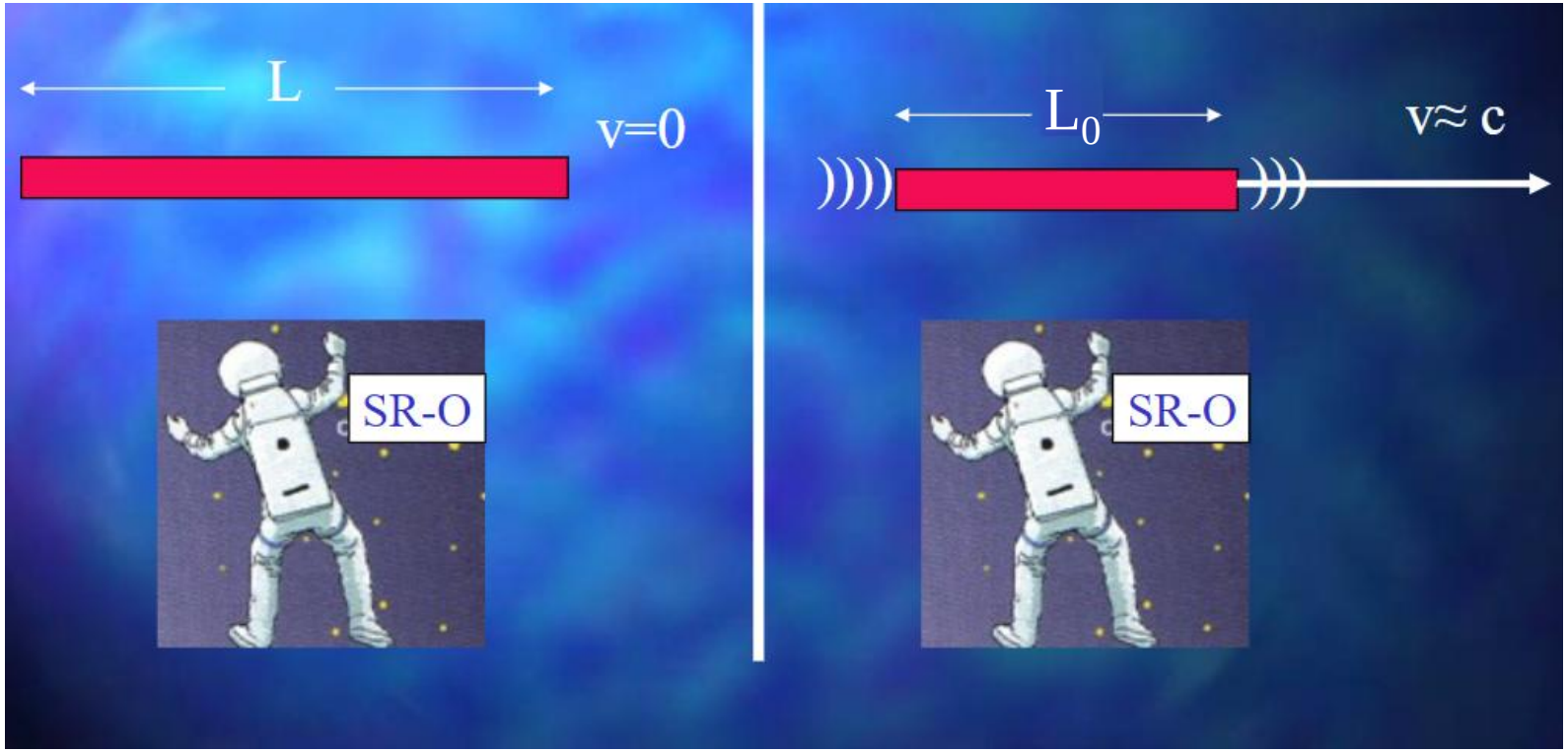
TEORIA ESPECIAL DE LA RELATIVIDAD

Contracción de la longitud

La longitud de un objeto en movimiento es más corta que la longitud del objeto cuando está en reposo relativo. Por consiguiente, la longitud de un objeto en movimiento disminuye con la velocidad.

$$L = L_0\sqrt{1-(v/c)^2}$$

L_0 : longitud del objeto medida cuando está en reposo relativo
L : longitud del objeto medida cuando está en movimiento
v : rapidez del objeto con respecto a un observador en reposo relativo



Trilce ACADEMIA

Ejemplo 13

A la velocidad de la luz la longitud se contrae, lo cual significa que la longitud de un objeto cuando está en movimiento es más corta que la longitud del objeto cuando está en reposo relativo. Una nave se desplaza frente a un observador con velocidad 0,6c. Si su longitud mide 50 m cuando se encuentra en reposo con respecto a un observador. ¿Cuál será la longitud de la nave medida por éste? $(c = 3\times10^{8}\ m/s)$

Solución

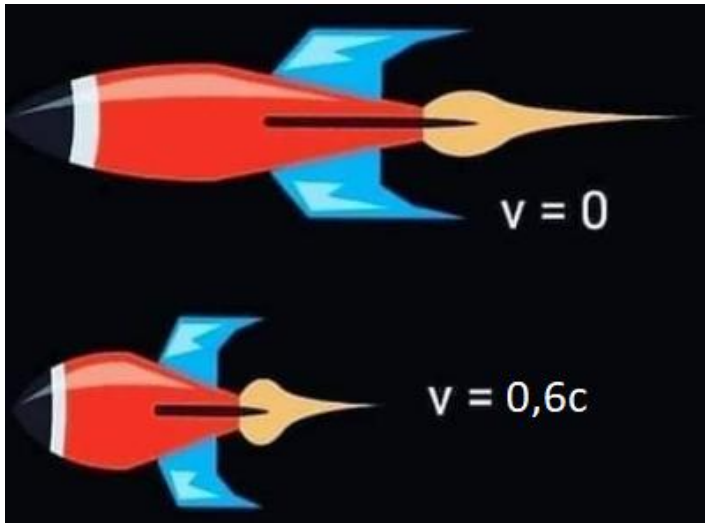
Debido a la velocidad de la nave (cercana a la luz) para el observador, la longitud de la nave se contrae:

$$L = L_0\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}$$

$$L = 50\sqrt{1-(\frac{0,6c}{c})^2}$$

$$L = 50\sqrt{64\times10^{-2}}$$

$$\therefore L = 40\ m$$



Trilce ACADEMIA

Trilce

ACADEMIA

MEJOR PREPARACIÓN A MENOR PRECIO